

# 交通需要の不確実性による時間信頼性指標を用いた道路整備に関する研究

著者	高山 純一, 中山 晶一郎, 小松 良幸
雑誌名	都市計画論文集 = Journal of the City Planning Institute of Japan
巻	41
号	3
ページ	79-84
発行年	2006-10-01
URL	<a href="http://hdl.handle.net/2297/19419">http://hdl.handle.net/2297/19419</a>

# 交通需要の不確実性による時間信頼性指標を用いた道路整備評価に関する研究 A study on the road construction evaluation with travel time reliability by uncertainty of traffic demand

高山 純一\*・中山 晶一郎\*\*・小松 良幸\*\*\*

Jun-ichi Takayama, Shoichiro Nakayama and Yoshiyuki Komatsu

Travel times or flows on road networks fluctuate daily. One of the main causes of the network flow fluctuation is due to travel demand fluctuation. Road construction results do not only reduce travel time on the network, but also improve the travel time reliability. Therefore, we should consider the travel time reliability when evaluating road construction. In this study, we propose an evaluation method of road construction considering the travel time reliability of the network.

In the method, a semi-dynamic equilibrium model is adopted, and is modified to consider the travel time uncertainty which results from travel demand fluctuation. We apply the model to a virtual network numerically. Through numerical calculation, we compare a travel time reliability index before and after road construction, and examine improvement of reliability.

**Keywords:** index of travel time reliability, TUE, Road maintenance evaluation

時間信頼性, 時間帯別均衡配分, 道路整備評価

## 1. 本研究の背景と目的

近年、環境にやさしく、住みやすいまちづくりの推進が求められている一方で、地方都市部においては、依然として慢性的な交通渋滞は解消されず、都市計画道路の早期完成を含め、効果的な道路整備が求められている。しかし、道路投資(道路整備)には、非常に多額の費用(予算)と時間(建設期間)が必要であり、より効率的な道路整備を行う必要性が高いといえる。このようなことより、従来から交通渋滞の解消、ならびに走行時間の短縮、死傷事故率の減少等を目的として、道路整備が行われてきた。そしてさらに近年においては道路整備の効果をよりわかり易く、明確に、表示することを目的に「道路行政業績計画書」を作成し、公表を行っている。ただし、道路行政業績計画書の内容は後述するように各都道府県で様々であり、量的観点の指標から質的な特性(例えば、時間圏域や走行所要時間の時間信頼性)を表す指標までいろいろである。

そこで、本研究では道路整備効果を走行所要時間の時間信頼性の観点から評価する方法を提案し、道路整備の建設パターンと交通需要のODパターンの組み合わせから、より効果的な道路整備計画の考え方を明らかにする。

## 2. 道路行政業績計画書の内容

ここでは、本研究で取り扱う時間信頼性と道路行政評価指標の関係について説明を行う。

### (1) 背景

国土交通省は、国民の視点に立ち、より効果的、効率的かつ透明性の高い道路行政へと転換を図るために国民にとっての成果を重視する成果指向の考え方を採り入れ、成果を指標によって評価するシステムを核とした道路行政マネジメントの仕組みとして「道路行政業績計画書」を導入し

た。

道路行政業績計画書は対話型の行政運営のための重要なツールであるために、図1に示すように都道府県ごとの地域レベルでの策定、公表が進んでおり、「成果志向」に向けた取り組みが地域レベルで進みつつある。



道路行政業績計画書のある県:38 道路行政業績計画書のない県:9

図1 都道府県ごとの道路行政業績評価の有無

### (2) 評価指標について

道路行政業績計画書では、道路行政が目指すべき成果を現す指標として、施策の成果を定量的に現すアウトカム指標を用いている。具体的には、「渋滞損失時間」、「死傷事故率」、「規格の高い道路を使う割合」などが指標となっており、その中に「日常生活の中心となる都市まで、30分以内で安全かつ快適に走行できる人の割合」(都市アクセス時間)、(IC30・60分圏域)等を示す指標も含まれている。これらの指標は道路ネットワークの利便性を量的観点から評価するだけではなく、時間信頼性という質的観点から評価する指標であると言える。都道府県ごとのアウトカム指標の導入率を図2に示す。

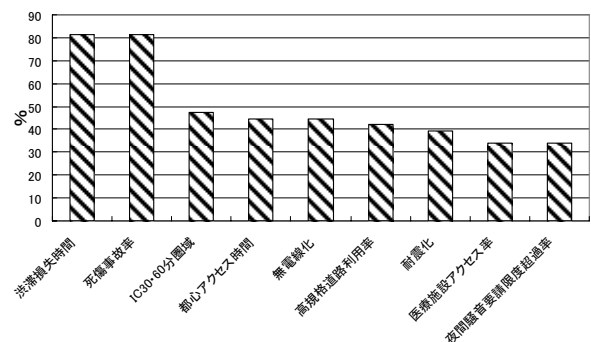


図2 アウトカム指標の導入率

\*正会員 金沢大学大学院自然科学研究科(Kanazawa U), \*\*正会員 金沢大学大学院自然科学研究科(Kanazawa U)

\*\*\*学生員 金沢大学大学院自然科学研究科(Kanazawa U)

図2より8割以上の都道府県で「渋滞損失時間」および「死傷事故率」の指標が使われている。これは、道路事業者の便益評価を行う際に、これらの指標が便益算定項目として使われているためであろう。「渋滞損失時間」「死傷事故率」以外の指標として、「IC30・60分圏域」、「都心アクセス時間」、「医療機関アクセス率」等は旅行時間に関する指標である。また、これらの指標に加えて旅行時間の信頼性に関するアウトカム指標を導入することも有効であると思われる。なぜならば、旅行時間は日によって、また時間帯によって異なる所要時間のばらつきが存在しているためである。したがって、時間信頼性を容易に評価できる配分モデルが作成できれば、非常に有効であると言える。

### 3. 既存研究の整理

道路の整備水準評価ならびに整備優先順位の決定問題等に関する研究はこれまで非常に多く行われてきている。

#### (1) 道路整備に関する既存研究

道路網の整備に関する研究は、効率的かつ効果的な道路網整備のための評価方法を定めた「費用便益分析マニュアル」を考慮した費用便益分析に関連する研究が多くされてきている。

田邊ら<sup>1)</sup>の研究では、地域格差の是正という政策的観点に基づき社会基盤整備が行われた場合に、厚生水準の低い地域で発現する社会的便益は、厚生水準の高い地域で発現する社会的便益よりも社会的厚生水準に大きく寄与するという修正費用便益分析の値を目的関数とし遺伝的アルゴリズムによって高規格幹線道路整備の整備順位を求めている。

藤原ら<sup>2)</sup>の研究では、住民の便益評価額は個人属性によって異なると考え、この差異を明らかにするためにCVM(価値意識法)より個人属性別に分析を行い、効果項目として、自動車利用者の立場での走行快適性の変化、歩行者の立場での走行安全性の変化、沿道居住者の立場での生活環境への影響を用いて、その便益額を定量的に算定し「費用便益分析マニュアル」に記載されている便益との比較を行っている。

徳永ら<sup>3)</sup>の研究では、社会的・経済的便益を評価する視点として市民生活水準(シビルミニマム)と言う観点に基づいた便益評価を試みている。具体的には、高規格幹線道路等の整備による高次医療施設保有都市へのアクセス時間が短縮することによって、都市部のサービス水準を享受できる人口が増加するとし、同等の医療施設を建設・運営するコストを用いた道路整備の便益について検討を行っている。

武藤ら<sup>4)</sup>の研究では、交通均衡と立地均衡とを統一的に扱った応用都市経済モデルを用いて便益帰着分析を行い、計測される便益が具体的にどのような項目の効果であるのかを明らかにしている。さらに、便益帰着構成表における項目が、実務において行政等が一般に想定している効果項目とどう対応するかも明らかにしている。

三浦<sup>5)</sup>の研究では、低速起点終点を判別する方法を用いて、

最長距離となる低速起点終点を探索し、首都高速道路網の評価を行っている。また、計画段階の高速道路整備による効果により抽出された低速起点終点の密度の変化を分析している。

粕谷<sup>6)</sup>らの研究では、道路網容量制約下の土地利用配分モデルの作成を行い、道路容量の範囲内でのみ都市開発が許されるという都市計画的立案のもとでの道路整備効果を分析する方法について考察している。

#### (2) 連結信頼性に関する研究

道路網の連結信頼性についてはかなり以前より研究されてきている。それらの多くは地震や豪雨などの自然災害において、リンクが通行不能となった際にもネットワークの連結性が保たれる確率を指標化したものである。

関根ら<sup>7)</sup>の研究では、地震後1週間後を対象に静的なOD需要変動型の利用者均衡配分法を拡張したモデルより道路網最大容量を推定し、「被災道路ネットワークで最大どれくらいの交通が処理可能か」という指標を用いて地震災害後の交通状況进行评估している。

外井ら<sup>8)</sup>の研究では、道路網全体の機能性ばかりでなく道路網内部の位置ポテンシャルを表現しうるノード間距離指標を提案し、従来の指標との特性比較分析を通してその有効性を示している。ここでは、グラフ理論的連結性と距離概念を同時に考慮し、道路網の機能性を表現できる評価指標を導入し、その利点を挙げ、それを日韓3都市に適用し、都市ごとの道路網に関する特徴を分析した。

朝倉ら<sup>9)</sup>の研究では、大規模ネットワークを対象にした平常時の道路網信頼性の指標化と実用的計算法の提案を行っている。具体的には、道路網を構成するリンク交通量の日変動について実証的分析を行い、交通量配分シミュレーションの現状再現性を調べている。また、リンク交通量の確率的変動に基づいて、リンク通過可能確率および所要時間の確率分布を求め、ネットワーク連結性および時間信頼性を指標化している。

有村ら<sup>10)</sup>は、制約条件として復旧班数とその復旧能力が与えられた場合において、離散的組み合わせ最適化の近似解法である遺伝的アルゴリズムを適用し、災害発生後の道路ネットワークの寸断を対象とした復旧順位決定モデルを構築している。

#### (3) 時間信頼性

道路網の時間信頼性は平常時における安定した信頼性のある道路サービスの提供が重要であることから、平常時における旅行時間の信頼性を指標化する研究がなされている。

飯田ら<sup>11)</sup>の研究では、災害等によってリンクが閉塞する確率を与えたときに、円滑な走行移動が不可能となり、道路網が機能しなくなる確率を、システム工学的方法によって求めている。また平常時における旅行時間の信頼性について、ネットワーク上の交通流の確率分布を想定し、リンク交通量が容量を超過し、ネットワークが閉塞状態に達する確率を求めている。

寺田ら<sup>12)</sup>の研究では、「時間信頼度」の概念を利用し、さ

らにこの概念に、等時間原則配分によるワードロップ均衡時の全交通量と所用時間を1つの関数で表したODパフォーマンス関数の手法を用いている。リダンダンシーを評価するための指標を明確に定義し、都市幹線道路網を対象に、現状ネットワーク評価のみならず、リンクの補強や増設等の事前対策による効果や、車両規制や追加レーン等の事後対策による効果も含めて評価できる手法を構築している。

また、井上<sup>13)</sup>の研究では、何らかの原因によってネットワークが変化したとき、旅行時間が基準となる旅行時間を上回らない確率を時間信頼度と定義し、利用者の旅行時間に対する認知が利用者によって一定ではなく確率変動することを前提として、利用者が認知旅行時間を最小にするように経路選択する時に現出するフローの平均状態と定義される確率利用者均衡を用いて、阪神地域を対象に、災害時だけでなく、平常時においても、道路網上の交通量、旅行時間、経路選択のランダム変動を記述し、これを基に道路網上の旅行時間の信頼性を指標化している。

朝倉<sup>14)</sup>の研究では、道路網を構成する一部のリンクの交通量観測データから観測されていないリンクを含めたすべてのリンクの交通量を推計する静的モデルを開発し、さらに、リンク交通量の日々の変動が推計されていることを前提に道路網の時間信頼性指標値を求める方法を示している。

また、朝倉<sup>15)</sup>の研究では、道路区間交通量の日変動の統計分析を行い、さらに、交通量変動を記述し時間信頼性指標を評価するための方法として、変動係数の統計的推定による方法と配分シミュレーションによる方法を説明し、実際の道路網へ適用した結果を示している。

#### (4) 本研究の位置づけ

以上のように時間信頼性の評価や道路整備の評価法に関する研究は、多く行われている。しかし、時間帯別均衡配分などの半動的なモデルを用いて、時間帯別に变化するであろう時間信頼性の評価に関する研究事例は少ないようである。

交通量の変動を考慮した交通量配分は行われているが、交通量の変動に乱数を用いて計算を行ったものなどが多く、中山<sup>16)</sup>の研究のように実際に交通需要の不確実性を考慮した配分を用いて交通量配分を行った研究事例はないようである。したがって、本研究の特徴の一つとしては、交通需要の変動を考慮した配分を用いて時間信頼性評価を行うことが挙げられる。交通需要の変動が把握できるモデルを用いることで、各リンクの時間信頼性が把握できると同時に、すべてのノード間の時間信頼性を評価することができる。これによって、容易に様々な地点からのアクセス圏域の評価を行うことが可能となるのみでなく、各リンクの時間信頼性を元に道路整備の優先順位の決定も可能となるので、道路整備の計画を策定する際には非常に有効な手法になると思われる。

そこで本研究では、単純なネットワークにおいて様々なODパターンを用いて特徴的な渋滞を発生させた上で、5

パターンの道路整備計画を実施した際の交通量推計を時間帯別に行い、推計した旅行時間の不確実性から得られた時間信頼性指標を用いて道路整備計画を評価する方法を提案する。

## 4. 時間信頼性の評価

本節では、道路整備の効果の評価するための指標である時間信頼性の算出方法を示す。

### (1) 交通需要の変動と不確実性の表現

本研究では、交通量を確率分布で表現する。ここで、各経路交通量は正規分布に従うと仮定する。よって、本研究で用いるODペア*i*間第*j*経路の経路交通量は、次の正規分布に従う。

$$N(\bar{F}_{ij}^m, \text{Var}[F_{ij}^m]) \quad (1)$$

ここで、 $F_{ij}^m$ は、ODペア*i*間第*j*経路の交通量の確率変数であり、 $\bar{F}_{ij}^m$ と $\text{Var}[F_{ij}^m]$ はその期待値と分散を表す。また、各経路交通量が独立な正規分布に従っているものと仮定することにより、その和であるOD交通量も正規分布の再生性より正規分布に従う。よって、次式が成立する。

$$Q_i^m = \sum_j F_{ij}^m \quad (2)$$

$$\bar{Q}_i^m = \sum_j \bar{F}_{ij}^m \quad (3)$$

$$\text{Var}[Q_i^m] = \sum_j \text{Var}[F_{ij}^m] \quad (4)$$

ここで、 $Q_i^m$ は*m*時間帯におけるODペア*i*間のOD交通量の確率変数であり、 $\bar{Q}_i^m$ と $\text{Var}[Q_i^m]$ はその期待値と分散である。さらに、リンク交通量は、経路交通量より次式のように表現できる。

$$X_a^m = \sum_i \sum_j \delta_{a,ij} F_{ij}^m \quad (5)$$

ここで、 $X_a^m$ は*m*時間帯におけるリンク*a*の交通量の確率変数である。よって、リンク交通量も正規分布の再生性より正規分布に従い、次式が成立する。

$$\bar{X}_a^m = \sum_i \sum_j \delta_{a,ij} \bar{F}_{ij}^m \quad (6)$$

$$\text{Var}[X_a^m] = \sum_i \sum_j \delta_{a,ij} \text{Var}[F_{ij}^m] \quad (7)$$

ここで、 $\bar{X}_a^m$ と $\text{Var}[X_a^m]$ はリンク交通量の期待値と分散である。

本研究では、交通量の不確実性を表現するために分散を用いる。しかし、本来ならば、OD交通量について平均及び分散を予見とする必要がある。しかし、平均についてはこれまでの確定的なOD交通量を用いることで対応可能であるが、その分散の値は分からないことがほとんどである。そこで、交通量の期待値に比例して分散が決定されると仮定し、分散の算定を行う。ここで、式(4),(7)より経路交通量の分散が得られることにより、他の交通量の分散が求められる。よって、以下の式より経路交通量の分散を算定する。

$$\text{Var}[F_{ij}^m] = \eta^m \bar{F}_{ij}^m \quad (8)$$

ここで、 $\eta^m$ は、*m*時間帯における正のパラメータである。これは、時間帯ごとに交通量の変動が同様であるとは考えにくく、特にピーク時においては、その変動は大きく変化

1

していると考えられるためである。

## (2) 交通需要の変動を考慮した時間帯別均衡配分<sup>16)</sup>

藤田ら<sup>17)</sup>の提案したモデルであるOD修正法による時間帯別均衡配分モデルの定式化を参考に本モデルに適用すると、以下のように表すことができる。

$$\min . Z = \sum_a \int_0^{x_a} t_a(w) dw - \sum_i \int_0^{\bar{A}} \frac{2T_w}{Q_i^m} \left\{ \frac{\lambda_i^{m-1}}{T_w} \bar{Q}_i^{m-1} + \bar{Q}_i^m - z \right\} dz$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_j \bar{F}_{ij}^m = \bar{Q}_i^m, \sum_i \sum_j \delta_{a,ij} \bar{F}_{ij}^m = \bar{X}_a^m \quad (9)$$

$$\bar{F}_{ij}^m \geq 0, \bar{Q}_i^m \geq 0$$

ここで、 $A_i$ は $m$ 時間帯におけるODペア $i$ 間の修正交通量であり、 $\lambda_i^{m-1}$ は $m-1$ 時間帯のODペア $i$ 間の最短旅行時間である。また、 $T_w$ は時間帯の幅であり、 $t_a(\cdot)$ はリンクコストを表す。本研究で提案したモデルは、モデルの構造自体は藤田らのモデルと同様であるが、交通需要の変動を確率分布で取り扱うことにより、旅行時間のばらつきである分散を算出することが可能となっている。

## (3) 旅行時間の変動

本研究では、リンク旅行時間の不確実性を表現するためにリンク旅行時間に関する分散を算定する。分散を算定するためには、旅行時間の期待値を算定することが必要となる。旅行時間の期待値をBPR関数によって以下のように表現する。

$$E[T_a^m] = t_{a0} \left( 1 + 0.15 \left( E[X_a^m] / (C_a)^4 \right) \right) \quad (10)$$

ここで、 $E[X_a^m]$ に積率母関数を用いると以下の式となる。

$$E[T_a^m] = t_{a0} \left( 1 + 0.15 \left\{ 3 \text{Var}[X_a^m] + 6 \text{Var}[X_a^m] \left( \frac{\bar{X}_a^m}{C_a} \right)^2 + \left( \frac{\bar{X}_a^m}{C_a} \right)^4 \right\} / (C_a)^4 \right) \quad (11)$$

ここで、 $t_{a0}$ はリンク $a$ の自由旅行時間であり、 $C_a$ はリンク $a$ の交通容量である。次に、分散を以下のように算定する。

$$\text{Var}[T_a^m] = E[(T_a^m)^2] - (E[T_a^m])^2 \quad (12)$$

ここで、 $E[T_a^m]$ 、 $\text{Var}[T_a^m]$ は $m$ 時間帯におけるリンク $a$ の旅行時間の期待値と分散である。この分散によって、各リンク旅行時間に関する不確実性の大きさを評価することができる。

## (4) 時間信頼性の算出

本研究では、時間信頼性指標を算定するためにODペア間の旅行時間に関する分散を用いる。ODペア間の旅行時間の分散を表現するために、ODペア間の旅行時間の期待値が必要となる。ODペア間の旅行時間の期待値はODペア間で利用される経路の旅行時間より算出することができる。これを用いてODペア間の旅行時間を算定するわけであるが、経路旅行時間は、リンク旅行時間の相関が反映される。そのため、厳密には経路旅行時間の分散をリンク旅行時間の分散の和によって表現することはできない。具体的には、経路旅行時間の分散は各リンク旅行時間の分散を足し合わせたものに、さらに共分散も考慮した値となる。

しかし、本研究の限界として、経路旅行時間の分散を直接求めることはできない。そこで、便宜的にリンク旅行時

間の分散の経路和として計算する。ただし、幸いなことに経路旅行時間の分散の「差」よりもリンク旅行時間の分散の和の「差」のほうが多少小さいため、今回の分析結果は小さめの結果、すなわち安全側の評価結果になるといえる。

## 5. 単純ネットワークへの適用

### (1) ネットワークの諸条件

本研究では、以下の図3に示す仮想的なネットワークについて道路整備の効果を分析する。

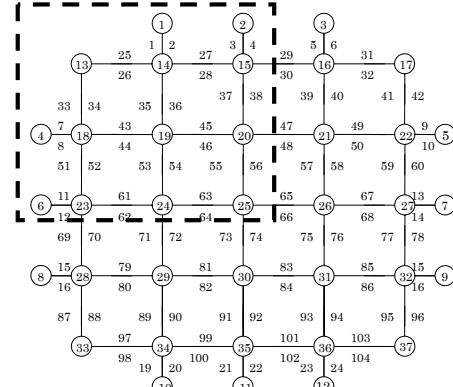


図3 仮想ネットワーク図

このネットワークの各リンクの距離はすべて等しく、交通容量は500台/時間(自由旅行時間は10分)とした。また、表に与えるOD交通量のパターンとしては、表1に示す4つのODパターン(①通過交通量が多い、②外部ノードから内部ノードへのOD交通量が多い、③内部ノードから外部ノードへのOD交通量が多い、④全てのOD交通量が一定)を与えて、配分を行った。

表1 OD交通量のパターン

	①	②	③	④
外部ノード～外部ノード	58台/h	0台/h	0台/h	10台/h
外部ノード～内部ノード (19,20,21,24, 25, 26, 29, 30, 31のノード以外)	10台/h	12台/h	4台/h	10台/h
外部ノード～内部ノード (19,20,21,24, 26, 29, 30, 31のノード)	2台/h	17台/h	4台/h	10台/h
外部ノード～25のノード	2台/h	22台/h	4台/h	10台/h
内部ノード～外部ノード	2台/h	2台/h	32台/h	10台/h
内部ノード～内部ノード (19,20,21,24, 25, 26, 29, 30, 31のノード以外)	2台/h	12台/h	4台/h	10台/h
内部ノード～内部ノード (19,20,21,24, 26, 29, 30, 31のノード)	2台/h	17台/h	4台/h	10台/h
内部ノード～25のノード	2台/h	20台/h	4台/h	10台/h

また、表2に交通量の時間帯別に見た変動パターンを示す。本研究では、交通量の変動に変化のあるもの(2通り)と変化の無いもの(3通り)の計5通りについて計算を行い、その特徴を比較する。

表2 OD交通量の変動パターン

	時間帯1	時間帯2	時間帯3	時間帯4	時間帯5
通過交通量:大	①	①	①	①	①
外部から内部への交通量:大	②	②	②	②	②
内部から外部への交通量:大	③	③	③	③	③
都市部の変動1	④	②	④	③	④
都市部の変動2	①	②	④	③	①

表2における「都市部の変動1」とは、朝はOD交通量1の変化が均一で、通勤時は外部から内部への交通量が大きく、昼間は交通量が均一となり、帰宅時は内部から外部へ

1

の交通量が大きく、夜間は再び交通量が均一となるような  
OD パターンを想定したものである。また、「都市部の変動  
2」とは、朝は通過交通量が大きく、通勤時は外部から内部  
への交通量が大きく、昼間は交通量が均一となり、帰宅時  
は内部から外部への交通量が大きく、夜間は再び通過交通  
量が大きくなるような OD パターンを想定したものである。  
このような設定をもとに時間帯別均衡配分を行う。なお、  
時間帯の幅は 180 分とした。

## 6. 道路整備の効果分析

本研究において、以下 5 パターンの道路整備を想定し、  
道路整備の効果分析をする。

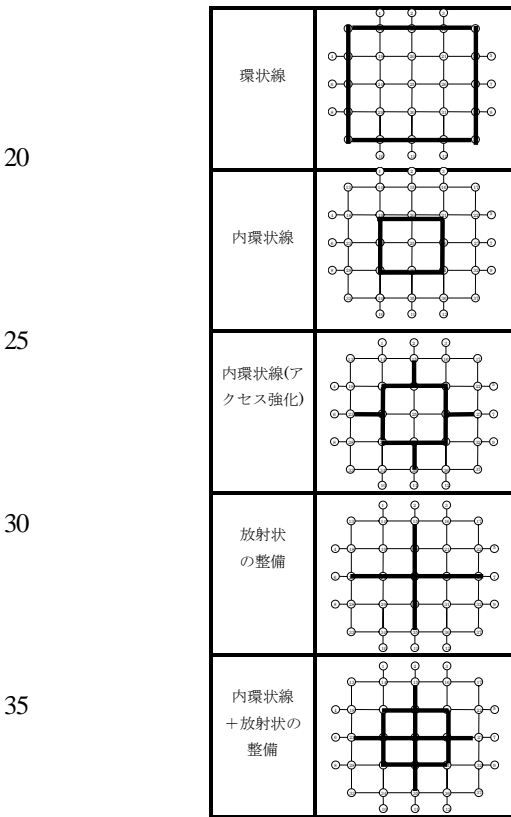


図4 道路整備のパターン

ここで、太線の部分が整備箇所であり、交通容量が 1000  
台/h となる。

### (1) 道路整備による効果分析

道路整備によって、得られた効果を平均所要時間によっ  
て分析する。変動の効果を考慮できることが本研究で提案  
したモデルの利点であることから、「都市部の変動2」につ  
いて、得られた所要時間の差を以下の図に示す。

50

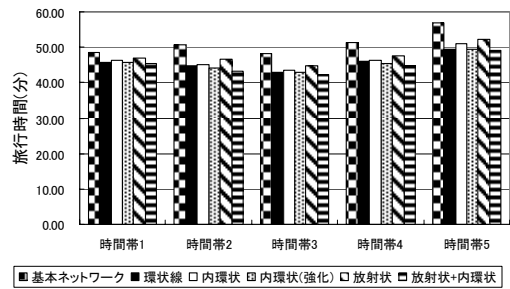


図5 道路整備の効果(平均旅行時間)

図5より、どの道路整備によっても旅行時間が短縮され  
ることがわかる。また、整備を行うリンクの数が増すに連  
れて、短縮効果も増加していることがわかる。また、整備  
するリンクの数が等しい内環状と放射状の整備を比較する  
と、内環状の整備のほうが旅行時間の短縮効果が大きいこ  
とがわかる。さらに、環状線と放射状および内環状の整備  
について比較を行うと、放射状および内環状の整備のほう  
が短縮効果が大きいことがわかる。このことから、中心部  
へのアクセス道路の整備よりも環状の整備、また、外部の  
道路整備よりも内部の道路整備のほうが時間短縮に関する  
効果が大きくなることがわかった。

### (2) 時間信頼性に関する評価

#### ①リンク数が同じ道路整備に関する評価

得られた経路旅行時間の分散は同じ OD ペア間の経路で  
違いは見られない。よって、経路旅行時間の分散を OD ペ  
ア間の旅行時間の分散として、時間信頼性の評価を行う。

整備を行うリンクの数が等しい内部環状線のための整備と  
放射状路線の整備に関する「基本ネットワークから得られ  
た旅行時間の分散」と「環状線整備によって得られた旅行  
時間の分散」の「差」を示したものが図6である。この「差」  
が大きなものほど環状整備によって旅行時間の信頼性が向  
上したといえる。図6に基づいて、時間信頼性の比較を行  
い、都心に対してアクセスを重視した道路整備と環状の道  
路整備のどちらが時間信頼性の向上に寄与しているのかを  
把握する。ここでは、結果が明確となった「外部から内部  
への交通量大」での結果を図示する。

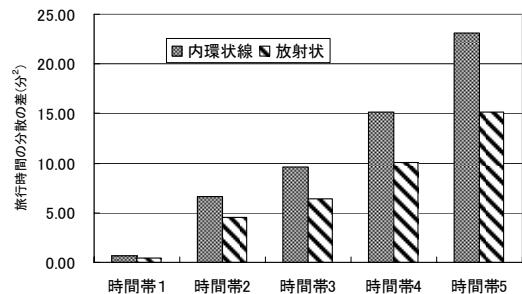


図6 外部から内部への交通量大での結果

図6より環状線による時間信頼性(道路整備による旅行  
時間の分散の差)の値が放射状の道路整備と比較して、大き  
な値となっていることがわかる。これより、時間信頼性の  
観点による道路整備については環状線による整備のほうが

より高い効果を得ることができることがわかった。

## ②特定のODペアに関する評価

特徴的なODペア間について時間信頼性の分析を行う。ここでは、図4に示した道路整備パターン全てについて時間信頼性の評価を行い、どの道路整備パターンが時間信頼性の向上に寄与しているのかを把握する。全てのODペアについて表記せず、環状線の効果による影響が明確となっている表3に示したODペア間についてのみ考察を行うこととする。なお、この表3に記載したノード番号は図3におけるノード番号を示している。

表3 対象とするODペア

外部ノード→外部ノード	内部ノード→外部ノード	外部ノード→内部ノード	内部ノード→内部ノード
1→12	25→1	1→25	19→31
13→37	31→1	1→31	19→25

環状線整備による明確な特徴が得られたものは表2における「通過交通量：大」の時間帯4であったので、これについて、考察を行う。「基本ネットワークから得られた旅行時間の分散」と「環状線整備によって得られた旅行時間の分散」の「差」を示したものが図7である。この「差」が大きなものほど環状線整備によって旅行時間の信頼性が向上したといえる。

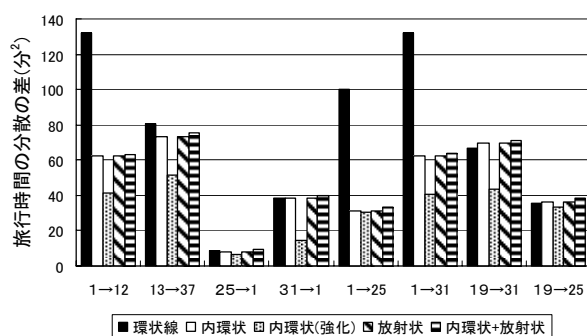


図7 特定のリンクに関する時間信頼性

図7より、環状線整備による時間信頼性は他の整備パターンと比較して大きく向上していることがわかる。また、内環状+放射状の道路整備やアクセスを強化した内環状の道路整備による時間信頼性は、基本となる内環状の道路整備による時間信頼性と比較するとほぼ同じ、もしくは多少減少していることがわかる。これらより、環状線整備などの外部ノードの交通容量を向上させる道路整備のほうが放射状の道路整備などの都心部や内部ノードへのアクセス向上を目的とした道路整備よりも時間信頼性の観点からは有効であることがわかった。

## 7. 終わりに

本研究では、交通需要の変動を考慮した時間帯別均衡配分モデルを用いて各ODペア間の旅行時間の分散を時間信頼性として扱う方法を示した。また、その手法を用いて、様々な種類の道路整備に関する時間信頼性評価を行った。その結果、旅行時間の観点からは環状でかつ内部の道路網整備が効果的であり、これに対して旅行時間の時間信頼性

の観点からは環状でかつ外部の道路網整備が効果的であることが明確となった。

今後の課題として、①時間信頼性をより明確に表現するために、リンク旅行時間の共分散を考慮した経路旅行時間に関する分散の算定法の確立および、経路旅行時間の確率分布形の把握、②リスク態度を考慮に入れた配分を用いた時間信頼性評価、③実際のネットワークへの適用、等が挙げられる。

## 参考文献

- 田邊慎太郎・井田直人・佐々木恵一・田村亨(2003),「修正費用便益分析による地方部高規格幹線道路の整備順位決定」,土木計画学研究・論文集, Vol.20, No.1, pp175-181
- 藤原史明・大江真弘・松中亮治・青山吉隆(2000),「住民の意識構造を反映した道路整備評価」,土木計画学研究・論文集, No.17, pp99-106
- 徳永ロベルト・浅野基樹・仁平陽一郎(2004),「シビルミニマムを考慮した道路整備効果の評価について」,土木学会第57回年次学術講演会, pp515-516
- 武藤真一・高木朗義(2001),「都市環状道路整備施策の便益帰着分析」,土木計画学研究・講演集, Vol.24-1, pp493-496
- 三浦英俊(1998),「移動時間の短縮効果から見た交通網分析—首都高速道路を事例として—」,第33回日本都市計画学会学術研究論文集, pp313-318,
- 粕谷増男・斎藤道雄・朝倉康夫(1993),「都市開発容量に着目した道路整備効果分析」,第28回日本都市計画学会学術研究論文集, pp331-336
- 関根淳・小川好(1999),「地震災害後の交通需要と道路網最大容量の推定」,第25回地震工学研究発表会講演論文集, pp1029-1032
- 外井哲志・吉武哲信(1992),「ノード間平均距離を用いた都市内道路網の形態評価」,第27回日本都市計画学会学術研究論文集, pp271-276
- 朝倉康夫・粕谷増男・熊本仲夫(1989),「交通量変動に起因する広域道路網の信頼性評価」,土木計画学研究・論文集, No.7, pp235-242
- 有村幹治・上西和弘・田村亨・杉本博之・梶谷有三(1997),「都市間時間距離に基づく被災道路の最適復旧モデル」,土木計画学研究・論文集, No.14, pp333-340
- 飯田恭敬・若林拓史(1990),「道路網信頼性解析法の開発とライフラインネットワークへの適用性の検討」,土木計画学研究・講演集, No.13(2),pp915-922
- 寺田健児・青山吉隆(1997),「幹線道路網におけるリダンダンシーモデルと災害時対策評価法」,土木計画学研究・講演集, No.20(2), pp487-490
- 井上博司・飯田祐三・岸野啓一・長谷川哲郎(1997),「確率利用者均衡を用いた道路網の時間信頼性評価」,土木計画学研究・講演集, No.20(2), pp747-750
- 朝倉康夫・粕谷増男・藤原健一郎(1998),「道路網の機能的階層性と災害時の時間信頼性との関連」,土木学会論文集, No.583/IV-38, pp51-60
- 朝倉康夫・粕谷増男・熊本仲夫(1990),「日リンク交通量変動の推定に基づく道路網信頼性評価」,土木計画学研究・講演集, No.13, pp591-598
- 中山晶一郎・高山純一・小松良幸(2006),「不確実性を考慮した時間帯別確率均衡配分モデルに関する研究」,土木学会中部支部研究発表会後援概要集, pp279-280
- 藤田素弘・松井寛・溝上章志(1988),「時間帯別交通量配分モデルの開発と実用化に関する研究」,土木学会論文集, No.389/IV-8, pp.111-119